



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

04425519.8

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**

**BEST AVAILABLE COPY**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 04425519.8  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 13.07.04  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

C.R.F. Società Consortile per Azioni  
Strada Torino, 50  
10043 Orbassano (TO)  
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Method and device for laser welding of elements of sintered material

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B23K/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PL PT RO SE SI SK TR LI

Bemerkungen:

Remarks:

Remarques:

See page 1 of the description for the original title

**"Procedimento e dispositivo per la saldatura laser  
di elementi di materiale sinterizzato"**

\*\*\*

La presente invenzione si riferisce ai  
5 procedimenti di saldatura laser di elementi di  
materiale sinterizzato.

Fino ad oggi in questo campo non sono state  
sviluppate tecniche e processi totalmente soddisfacenti  
dal punto di vista della qualità della saldatura  
10 ottenuta. Ciò è dovuto al fatto che il materiale  
sinterizzato, rispetto all'acciaio pieno, presenta  
differenze di densità. Durante la saldatura, il  
materiale fuso tende a diminuire di volume, andando a  
riempire le porosità residue. Questo fenomeno causa,  
15 durante il raffreddamento della zona fusa, la  
formazione di difettosità e cricche che pregiudicano la  
tenuta della saldatura. Inoltre, la stessa aria  
contenuta nelle porosità contribuisce alla formazione  
dei difetti suddetti.

20 Le soluzioni finora proposte nel tentativo di  
risolvere tale problema (vedere ad esempio la domanda  
di brevetto tedesca DE 40 19 098) non sono totalmente  
soddisfacenti e comportano in ogni caso complicazioni  
di processo e nelle attrezzature ad esso dedicate.

25 Lo scopo della presente invenzione è quello di  
superare tutti i suddetti inconvenienti, garantendo in  
particolare l'ottenimento di saldature laser di  
materiali sinterizzati aventi una qualità elevata.

In vista di raggiungere tale scopo, l'invenzione  
30 ha per oggetto un procedimento per la saldatura laser  
di un primo elemento ad un secondo elemento, in cui  
almeno detto primo elemento è di materiale  
sinterizzato, ed in cui un fascio laser viene  
focalizzato in prossimità della zona di saldatura,  
35 detto procedimento essendo caratterizzato dal fatto che

la saldatura laser viene eseguita con l'aggiunta di un materiale di apporto.

Studi ed esperienze condotte dalla richiedente hanno mostrato che il procedimento formante oggetto  
5 dell'invenzione è in grado, grazie alla suddetta caratteristica, di superare tutti gli inconvenienti sopra esposti.

In una prima possibile implementazione dell'invenzione, la saldatura laser viene eseguita con  
10 l'adduzione simultanea del materiale di apporto in forma di polveri metalliche.

La polvere utilizzata come materiale di apporto è preferibilmente una miscela di polveri metalliche, la cui composizione varia in funzione del materiale  
15 sinterizzato da saldare.

La granulometria delle polveri è preferibilmente compresa tra 0,010 e 0,100 mm. Le polveri vengono addotte alla zona di saldatura mediante un ugello di adduzione. Tale ugello può essere un ugello separato  
20 rispetto all'ugello normalmente utilizzato per l'adduzione del gas di copertura necessario durante l'operazione di saldatura laser. Alternativamente, si può utilizzare un unico ugello sia per le polveri di apporto, sia per il gas di copertura. La scelta dipende  
25 principalmente dalla geometria del giunto da saldare.

Sempre preferibilmente, l'angolo di adduzione delle polveri è compreso tra 15° e 45° rispetto al piano del giunto da saldare. Inoltre, per particolari tipi di giunti, è possibile utilizzare fasci laser  
30 particolarmente conformati, ad esempio aventi una sezione rettangolare o quadrata, o con focale *dual focusing* (cioè con doppio spot), al fine di coprire in modo ottimale la zona di saldatura.

In una seconda possibile implementazione  
35 dell'invenzione, la saldatura laser viene invece

eseguita dopo aver posizionato il materiale di apporto in corrispondenza della zona di giunzione tra i due elementi da saldare.

5 In questo caso, in corrispondenza del giunto tra i due elementi viene preferibilmente prevista una gola di idonea geometria, nella quale viene posizionato un ulteriore elemento, ad esempio di forma sostanzialmente anulare, formato con il materiale di apporto scelto in funzione dell'applicazione. Il suddetto elemento  
10 formato con il materiale d'apporto risulta così interposto tra i due elementi da saldare e nella zona di giunzione viene successivamente focalizzato il fascio laser.

Per particolari composizioni di materiali  
15 sinterizzati è possibile utilizzare sorgenti laser con lunghezze d'onda differenti (CO<sub>2</sub>, Nd-YAG, High Power Laser Diode).

Naturalmente l'invenzione è anche diretta al  
dispositivo per l'esecuzione del suddetto procedimento,  
20 come meglio specificato nelle annesse rivendicazioni 17-20.

L'invenzione verrà ulteriormente illustrata con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

25 - la figura 1 illustra schematicamente una prima possibile implementazione del procedimento di saldatura secondo l'invenzione, applicato alla saldatura di un ingranaggio per un cambio di autoveicolo,

- la figura 2 è una vista del dispositivo della  
30 figura 1 secondo la freccia II della figura 1, e

- la figura 3 illustra schematicamente una seconda possibile implementazione del procedimento di saldatura secondo l'invenzione, applicato alla saldatura di un ingranaggio per un cambio di autoveicolo.

35 Gli esempi illustrati nelle figure allegate si

riferiscono al caso di un ingranaggio 1 di materiale  
 sinterizzato (illustrato solo parzialmente nelle figure  
 1 e 3), destinato ad essere utilizzato in un cambio di  
 autoveicolo. Sull'ingranaggio 1 è montato ad  
 5 interferenza e successivamente saldato mediante laser  
 un anello sincronizzatore 2, ad esempio in acciaio  
 massivo o pieno. Il numero di riferimento 3 indica la  
 porzione terminale di una testa di focalizzazione di un  
 fascio laser L. Nell'esempio illustrato, la testa è  
 10 orientata secondo un asse verticale 4 parallelo  
 all'asse 5 dell'ingranaggio 1. Durante il processo di  
 saldatura, l'ingranaggio 1 viene posto in rotazione  
 attorno al suo asse (mediante attrezzature di qualsiasi  
 tipo noto) in modo da dare luogo ad un movimento  
 15 relativo del fascio laser L rispetto al pezzo che porta  
 all'esecuzione di un cordone anulare di saldatura W  
 lungo la superficie di accoppiamento fra ingranaggio 1  
 ed anello sincronizzatore 2, ad una estremità  
 dell'ingranaggio.

20 Nel caso della prima implementazione, di cui alle  
 figure 1 e 2, in adiacenza alla testa di focalizzazione  
 laser è predisposto un ugello N per l'adduzione del gas  
 di copertura normalmente utilizzato durante i processi  
 di saldatura laser.

25 Secondo la prima implementazione dell'invenzione,  
 l'ugello N viene anche utilizzato per l'adduzione di  
 materiale di apporto in forma di polveri metalliche. Se  
 necessario, può anche essere predisposto un secondo  
 ugello T (figura 2) separato dall'ugello N, per  
 30 l'adduzione delle polveri. In questo caso l'ugello N  
 viene utilizzato unicamente per l'alimentazione del gas  
 di copertura.

Come già sopra indicato, la polvere utilizzata è  
 una miscela di polveri metalliche la cui composizione  
 35 varia in funzione del materiale sinterizzato da saldare

e dalle prestazioni meccaniche richieste dalla saldatura.

La granulometria delle polveri è preferibilmente compresa fra 0,010 e 0,100 mm.

5 Pure come già sopra indicato, l'ugello utilizzato per l'adduzione delle polveri è preferibilmente inclinato di un angolo compreso fra  $15^\circ$  e  $45^\circ$  rispetto al piano del giunto (il piano orizzontale con riferimento al disegno).

10 Una seconda possibile implementazione dell'invenzione viene illustrata in figura 3, tramite una rappresentazione simile a quella di figura 1; in tale figura vengono utilizzati i medesimi numeri di riferimento di cui alle figure precedenti, per indicare  
15 elementi tecnicamente equivalenti a quelli già sopra descritti.

Come detto, la composizione del materiale di  
apporto previsto secondo l'invenzione varia in funzione delle applicazioni, e principalmente in funzione del  
20 materiale sinterizzato da saldare e dalle prestazioni meccaniche richieste dalla saldatura.

Nel caso dell'implementazione di figura 3, in corrispondenza del giunto tra i due componenti 1, 2 da saldare, viene prevista una gola di geometria definita,  
25 indicata con 6, preferibilmente formata in parte nel componente 1 ed in parte nel componente 2.

Una volta stabilita la composizione del materiale d'apporto per la specifica applicazione, in corrispondenza della gola 6 viene posizionato un  
30 elemento trafilato del materiale di apporto individuato, indicato con 7, ad esempio di forma sostanzialmente anulare, che quindi risulta interposto tra i due componenti 1, 2 da saldare. Successivamente il processo viene completato focalizzando il fascio  
35 laser L sulla zona di giunzione, in cui è posizionato

l'elemento 7 fatto con il materiale di apporto selezionato.

- Si noti che l'attrezzatura utilizzabile nel caso dell'implementazione di figura 3 è sostanzialmente simile a quella di cui alla prima implementazione; naturalmente, nel caso di figura 3 è previsto unicamente l'ugello N, per l'alimentazione del solo gas di copertura utilizzato durante il processo di saldatura laser, mentre l'ugello T non è necessario.
- 10 Nulla vieta peraltro di utilizzare una medesima attrezzatura predisposta per poter eseguire entrambi i procedimenti, ossia dotata degli ugelli N e T, oppure di un unico ugello N utilizzabile anche per l'adduzione di materiale di apporto in forma di polveri metalliche.
- 15 Ovviamente ai fini della seconda implementazione, in caso di attrezzatura dotata di entrambi gli ugelli N, T, l'ugello T non verrà utilizzato; ed in caso di attrezzatura dotata di un singolo ugello N, questo sarà utilizzato solo per alimentare il gas di copertura. La
- 20 possibilità di disporre di una attrezzatura idonea per entrambe le implementazioni risulta vantaggiosa in quanto, in una prima fase, la tecnica descritta con riferimento alle figure 1 e 2 può essere impiegata per la messa a punto del processo di saldatura, ossia per
- 25 l'individuazione della composizione ottimale del materiale d'apporto; in una seconda fase, il materiale di apporto così individuato sarà impiegato per la realizzazione degli elementi 7, che sostituiscono le polveri, pur ricalcandone la composizione.
- 30 A prescindere dall'implementazione, la posizione relativa dell'asse del fascio laser L rispetto all'asse del giunto è scelta in funzione dei materiali da saldare, ed in tale ottica in alcuni casi può risultare conveniente focalizzare il raggio laser L maggiormente
- 35 su una delle due parti da saldare; ad esempio, con



riferimento al caso esemplificato, un terzo del diametro dello spot laser potrebbe essere focalizzato sull'ingranaggio 1 di materiale sinterizzato e due terzi sull'anello 2 in acciaio massivo.

- 5        Inoltre, come pure già indicato, il fascio laser può essere conformato in modo particolare, ad esempio con una sezione non circolare, come una sezione rettangolare o quadrata, oppure con un sistema ottico dual-focus con variazione della distanza tra gli spot  
10 laser prodotti, qualora questo sia preferibile per coprire in modo ottimale la zona di saldatura.

Infine, il procedimento prevede l'utilizzazione di sorgenti laser di qualsiasi tipo, incluse sorgenti al CO<sub>2</sub>, Nd-YAG, High Power Laser Diode.

- 15        Il procedimento è utilizzabile anche nel caso che anche l'anello 2 sia di materiale sinterizzato, invece che di acciaio pieno.

- 20        Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

## RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la saldatura laser di un primo elemento (1) ed un secondo elemento (2), in cui almeno  
5 detto primo elemento (1) è di materiale sinterizzato, comprendente la fase di focalizzare un fascio laser (L) in prossimità della zona di saldatura (W, 6), caratterizzato dal fatto che la saldatura laser viene eseguita con l'aggiunta di un materiale di apporto (7).
- 10 2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la saldatura laser viene eseguita con l'adduzione simultanea del materiale di apporto in forma di polveri metalliche.
3. Procedimento secondo la rivendicazione 2,  
15 caratterizzato dal fatto che la polvere utilizzata è una miscela di polveri metalliche.
4. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la granulometria delle polveri è compresa tra 0,010 e 0,100 mm.
- 20 5. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che è predisposto un ugello di adduzione delle polveri (T) separato rispetto ad un ugello (N) per l'adduzione di gas di copertura.
6. Procedimento secondo la rivendicazione 2,  
25 caratterizzato dal fatto che le polveri vengono addotte mediante l'ugello (N) utilizzato per l'alimentazione di gas di copertura.
7. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che l'angolo di adduzione  
30 delle polveri è compreso fra  $15^\circ$  e  $45^\circ$  rispetto al piano della zona di saldatura (W).
8. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la saldatura laser viene eseguita dopo aver posizionato il materiale di apporto  
35 (7) in prossimità o in corrispondenza di una zona di

giunzione (6) tra il primo ed il secondo elemento (1, 2).

9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che, sostanzialmente in  
5 corrispondenza della suddetta zona di giunzione (6), tra il primo ed il secondo elemento (1, 2) è prevista una sede o gola (6), nella quale viene posizionato un terzo elemento (7) formato con il materiale di apporto, il terzo elemento (7) risultando interposto tra il  
10 primo ed il secondo elemento (1, 2) da saldare.

10. Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che la sede o gola (6) è formata in parte nel primo elemento (1) ed in parte nel secondo elemento (2) da saldare.

15 11. Procedimento secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che il terzo elemento (7) formato con il materiale di apporto ha forma sostanzialmente anulare.

20 12. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la posizione relativa dell'asse del fascio laser (L) rispetto al piano della zona di saldatura (W, 6) è scelta in funzione dei materiali costituenti detti primo e secondo elemento (1, 2).

25 13. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio laser (L) viene focalizzato in misura maggiore su uno di detti primo e secondo elemento (1, 2) rispetto all'altro.

30 14. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio laser è conformato con una sezione non circolare, quale una sezione quadrata oppure rettangolare.

35 15. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio laser è conformato mediante un sistema ottico dual-focus con

variazione della distanza tra gli spot laser prodotti.

16. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che si utilizza una sorgente laser scelta fra CO<sub>2</sub>, Nd-YAG, High Power Laser Diode.

5 17. Dispositivo per l'esecuzione di un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende:

- mezzi per supportare i due elementi da saldare, una testa di focalizzazione per focalizzare un fascio  
10 laser (L) nella zona di saldatura (W),

- mezzi per impartire un moto relativo fra testa di focalizzazione (3) e gli elementi (1, 2) da saldare, al fine di formare un cordone di saldatura, e

- mezzi per alimentare un flusso di polveri  
15 metalliche alla zona di saldatura (W, 6) durante l'esecuzione della saldatura...

18. Dispositivo secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che tali mezzi includono un  
20 ugello (N, T) di alimentazione delle polveri disposto in prossimità della zona di saldatura in una posizione fissa relativamente alla testa di focalizzazione.

19. Dispositivo secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che tale ugello (T) è un  
25 ugello separato rispetto all'ugello (N) utilizzato per alimentare gas di copertura.

20. Dispositivo secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che detto ugello viene anche utilizzato per l'alimentazione di gas di copertura.

## RIASSUNTO.

Viene descritto un procedimento per la saldatura laser di materiali sinterizzati, in cui la saldatura laser viene eseguita con l'aggiunta di un materiale di apporto, quest'ultimo essendo addotto simultaneamente alla fase di saldatura in forma di polveri metalliche, oppure essendo disposto preventivamente alla fase di saldatura in corrispondenza di una zona di giunzione tra le parti da unire (1, 2).

(Figura 1)

FIG. 1

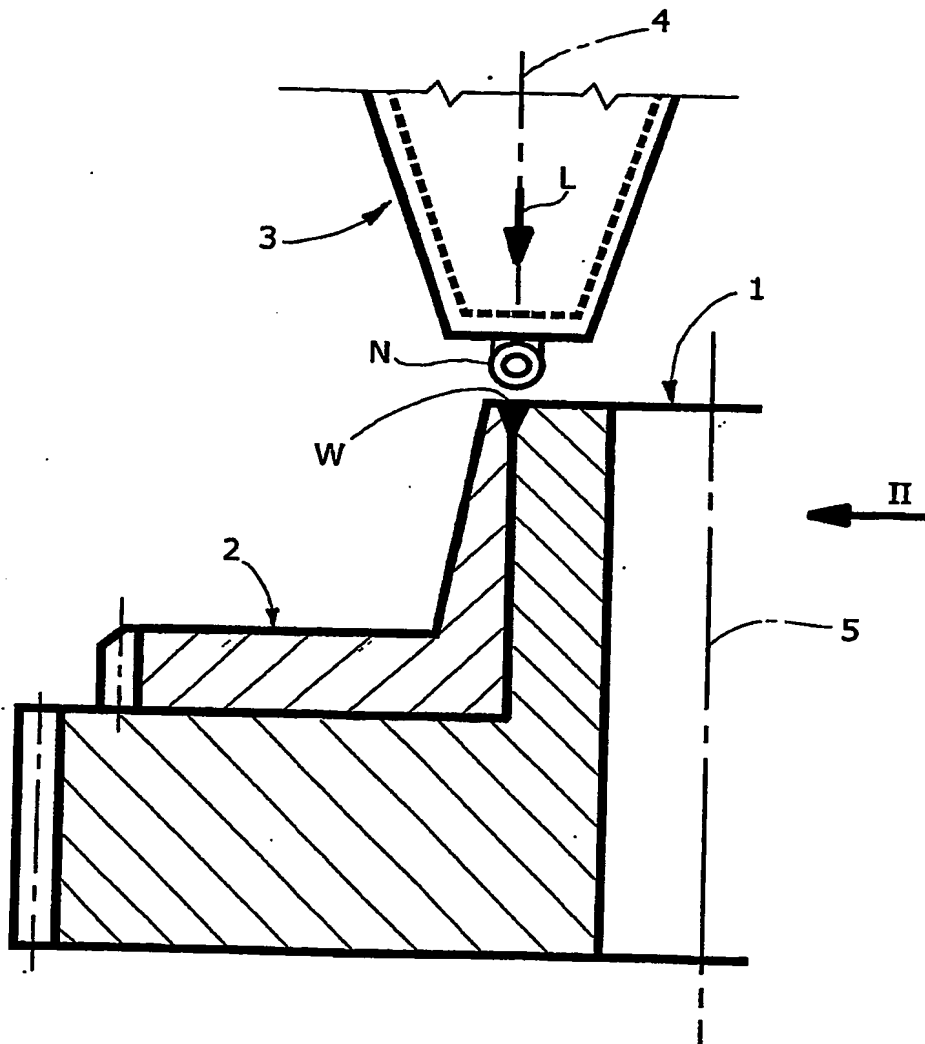


FIG. 2

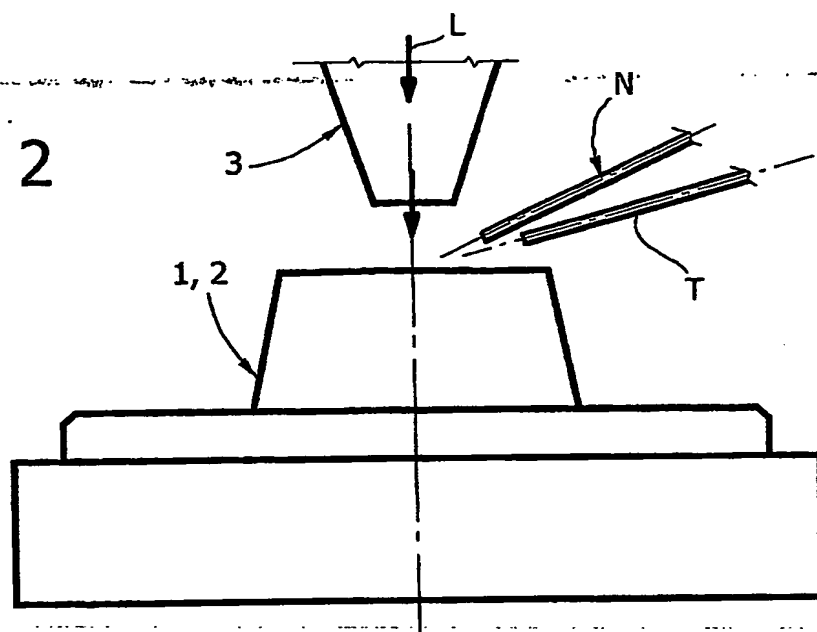
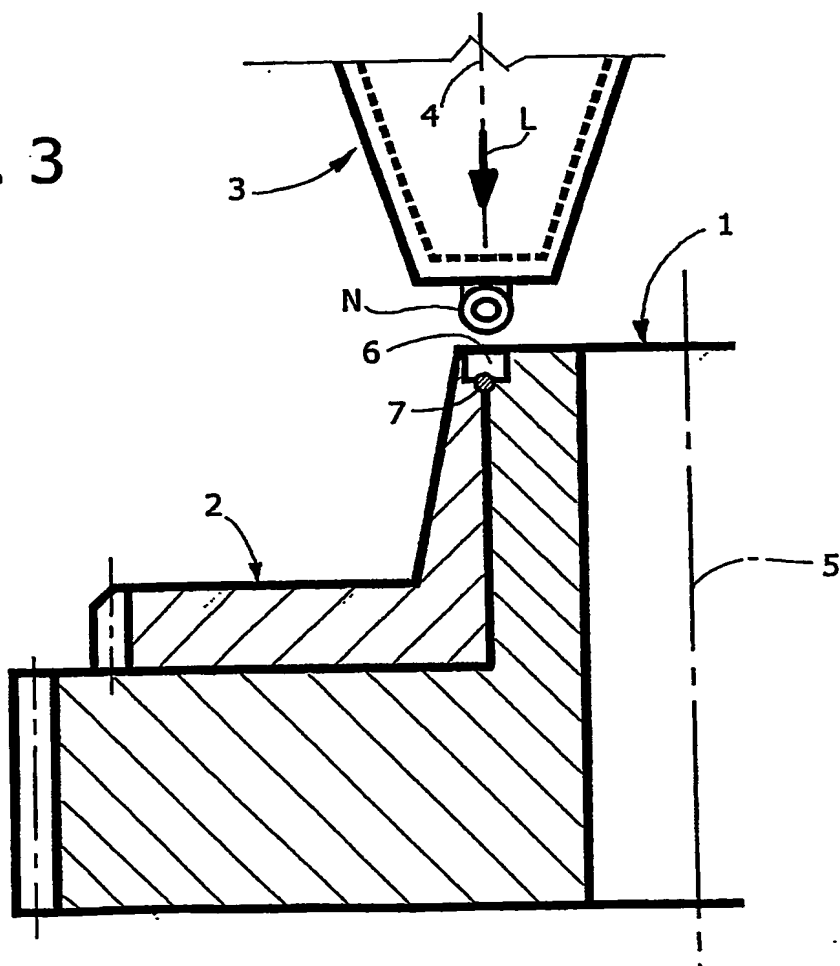


FIG. 3



# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/IB05/001946

International filing date: 29 June 2005 (29.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP  
Number: 04425519.8  
Filing date: 13 July 2004 (13.07.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 July 2005 (29.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**